Zur Petrographie von Uruguay.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

verfaßt und einer

Hohen Philosophischen Fakultät (II. Sektion)

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt am 11. März 1915

von

Karl Willmann
aus Freiburg i. Br.

München 1915.
Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Zur Petrographie von Uruguay.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

verfasst und einer

Hohen Philosophischen Fakultät (II. Sektion)

der

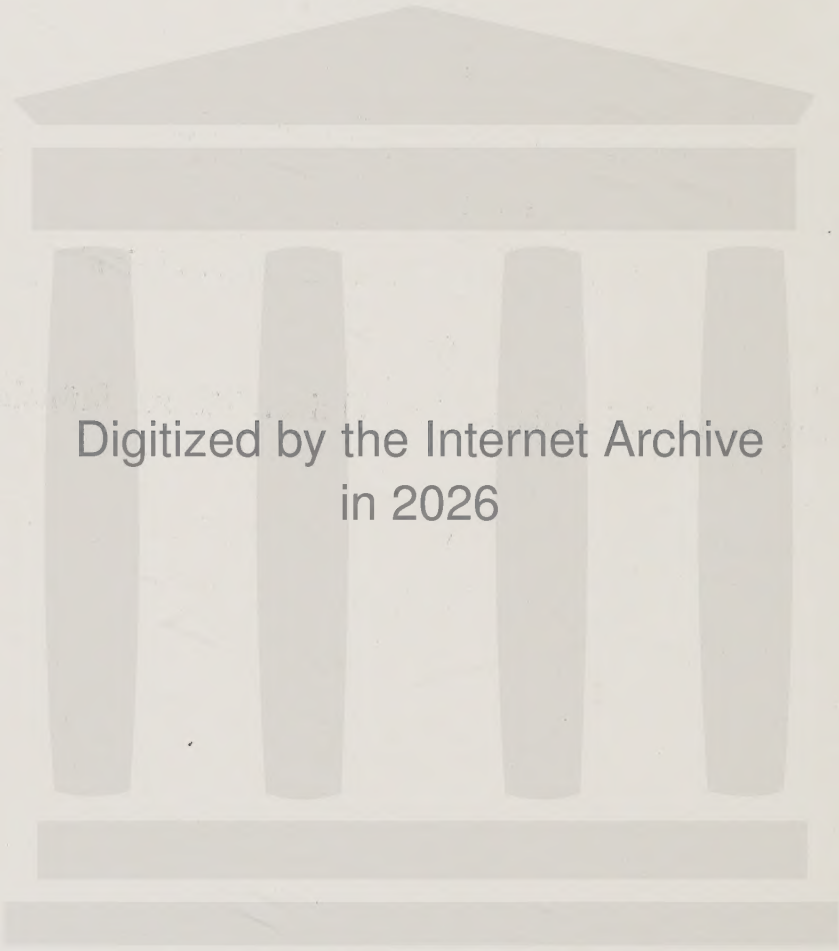
Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt am 11. März 1915

von

Karl Willmann
aus Freiburg i. Br.

München 1915.
Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547407_0059

Literatur.

1. C. Guillemain: Der erste Versuch einer geologischen Karte von Uruguay. Petermanns Mitt. 1914, II. H. 6.
2. C. Guillemain: Zur Geologie Uruguays. Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges. 1911. Bd. 63, S. 203—220.
3. C. Guillemain: Beiträge zur Geologie Uruguays. Neues Jahrbuch. Beil.-Bd. S. 208—264.
4. Karl Walther: Das krist. Grundgebirge in der Umgebung von Montevideo. Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges. 1911. Bd. 63. S. 203—220.
5. Karl Walther: Über ein Vorkommen von Epidotadinolen und gefrittenen Sedimenten aus dem Süden der Republik Uruguay. Zentralbl. f. Mineral. 1913, Nr. 3, S. 68—81.
6. O. Stieglitz: Zur Petrographie Argentiniens. Tscherm. miner. petr. Mitt. 1911. Bd. 30, S. 333—458.
7. P. Quensel: Geologisch-petrographische Studien in der patagonischen Cordillera. Bull. of the Geolog. Inst. of Upsala XI. S. 1—113.

Allgemeine Übersicht.

Von Herrn Floßdorf in San Isidro bei Buenos-Aires erhielt das petrographische Seminar der Universität München eine Sammlung von Gesteinen aus den südöstlichen Provinzen der südamerikanischen Republik Uruguay. In Betracht kommen hiebei die Provinzen Canelones, Maldonado und Minas unter Ausschluß der südöstlichen Provinz Rocha.*)

Der petrographischen Beschreibung soll eine kurze Übersicht über den Aufbau und den Charakter der in Frage kommenden Gebiete vorausgeschickt werden. Der Hauptteil derselben ist nach C. Guillemain ein nur noch wenig über den Meeresspiegel emporragendes Rumpfgebirge. Weite wellige Prärieflächen, die da und dort mit Felsenmeeren bedeckt sind, geben der Landschaft ein bezeichnendes Gepräge. Aus dieser Steppenlandschaft ragen ab und zu steil abfallende kristalline Schieferkämme, die Cuchillas, empor. Diese erreichen eine für diese Gegenden ansehnliche Höhe und bilden die Wasserscheide. Die Streichrichtung der Cuchillen verläuft im allgemeinen von Südosten nach Nordwesten bis Ostsüdost nach Westnordwest. Wo der Kern eines Massivs zu Tage tritt, stellen sich flachere, weniger gleichmäßig verlaufende Gebirgszüge mit rundlichen Formen, die Sierras, ein. Die Randzonen dieser Gebirgsteile werden weithin von Zügen von Ergußgesteinen begleitet, z. B. vom Strand bei La Sierra in einer meist SSO.—NNW. verlaufenden Linie bis ins Innere des Landes. Discordant über dem kristallinen Gebirgsrumpf liegen jüngere Sedimente, zumeist Sandsteine, die nach Walther kretazeisches Alter besitzen. Überlagert werden sie vom Lehm der diluvialen Pampasformation; gute Aufschlüsse sind daher ziemlich selten. Die Sedimente nehmen die Mitte der Provinz Canelones ein und reichen bis zu deren West-, Ost- und Nordgrenze.

---

*) Floßdorf war der Begleiter von Guillemain auf dessen Reisen in Uruguay. Das zur Untersuchung gelangte Material war zuerst dem brasilianischen Geologen E. Hussak übergeben worden, der vor der Arbeit starb. Daraufhin wurden die Stücke an Professor Weinschenk in München geliefert, ohne daß diesem Mitteilung über den Zusammenhang der Sammlungen mit den Reisen Guillemains gemacht worden wäre. Die hier vorliegende petrographische Beschreibung umfaßt die Hälfte des von Floßdorf gelieferten Materials.

Provinz Canelones.

Da der Hauptteil dieser Provinz aus Kreidebildungen besteht, sind nur untergeordnete Teile von größerem petrographischem Interesse; hauptsächlich ist es die Umgebung von Piedras de Afilar an der Bahnstrecke Mosquitos-Sierra, westlich vom Fluß Solis Grande. Soweit die überlagernde Lehmdecke eine Beobachtung zuläßt, finden sich hier rote Sandsteine in Tonschiefern, die von Eruptivgängen durchsetzt werden und am Kontakt mit diesen interessante Veränderungen erlitten haben. Kurz beschrieben wurden diese Vorkommnisse von Karl Walther. Von den mir vorliegenden Stücken sind hervorzuheben: ein graugrüner, ziemlich feinkörniger Grünstein, ähnlich dem von Walther beschriebenen. Im Schliff besteht etwa mehr als die Hälfte des Gesteins aus randlich zerfaserten Blättern von Uralit mit einem Kern von Chlorit. Zwischen denselben liegen Fetzchen von Chlorit, sowie zusammengehäufte Saussuritaggregate, die meistens aus einigermaßen kristallographisch begrenztem Epidot und Klinozoisit sowie aus Körnern und Putzen von Leukoxen bestehen. Darunter kommen da und dort noch Reste eines nicht mehr bestimmbaren Plagioklases zum Vorschein. Ursprünglich dürfte das Gestein wohl ein Lamprophyr gewesen sein, der in die Nähe der Pikritporphyrite gehörte.

Im Kontakt mit diesem befindet sich ein gelbgrüner Epidotadinol, der von Walther genauer beschrieben wurde. Im Schliff besteht derselbe aus einem Aggregat von Quarzkörnern und Epidot mit dunkeln rundlichen Flecken. Bei starker Vergrößerung tritt innerhalb derselben der Quarz stärker hervor und besonders ist das massenhafte Auftreten winziger Tremolitsäulchen charakteristisch. Diese Flecken lassen vielleicht auf Reste von Radiolarien schließen, an denen das quarzitische Gestein ursprünglich ziemlich reich gewesen sein dürfte.

Ein weiteres Kontaktgestein ist ein etwas veränderter Sandstein. Dieser ist bräunlich-grau, dicht mit muschligem Bruch. U. d. M. erscheint ein Aggregat von vorherrschenden, klastischen Quarzkörnern, sowie eine spärliche Grundmasse aus eckigen Fetzen von Albit, der häufig zwillingslamelliert ist. Ferner haben ziemliche Verbreitung winzige Körnchen von Epidot und Klinozoisit, ebenso Flitterchen von Serizit und Chlorit. Gelegentlich sieht man auch blaßrote Granatkriställchen; ferner ist Zirkon sehr häufig.

Im südlichsten Teile von Canelones tritt der äußerste Rand des kristallinen Gebirges, das die ganze Provinz Montevideo durchzieht, hervor und zwar steht bei dem Grenzort La Paz ein schöner, als Baustein geschätzter Nordmarkit an. Von diesem liegen zwei Stücke vor. Das eine ist kräftig rot, ziemlich grobkörnig und im ganzen Aussehen sehr ähnlich dem in der Technik als Schwedisch

Neurot bezeichneten Granit, von dem es nur der geringere Quarzgehalt unterscheidet. U. d. M. beobachtet man eine wenig gut entwickelte, granitische Struktur. Der Quarz bildet unregelmäßige Körner ohne irgendwelche Anzeichen kataklastischer Beschaffenheit. Unter den Feldspäten herrscht ein stark getrübter Perthit in unregelmäßigen zackigen Körnern über den viel besser kristallographisch umgrenzten und im allgemeinen völlig frischen Albit vor. Von dunklen Bestandteilen trifft man größere Individuen einer arfvedsonitartigen Hornblende mit ziemlich kleinem Achsenwinkel und massenhafte Einschlüsse von Erz. Sie enthält daneben einige Blätter von Biotit, sowie winzige Fetzen eines akmitähnlichen Minerals, das infolge seiner schlechten Ausbildung nicht sicher bestimmbar ist. Ziemlich viel Zirkon und Apatit, beide gleichgut kristallisiert, und einige rundliche Erzkörner vervollständigen die Zusammensetzung des Gesteins.

Das andere Stück ist licht bräunlich-rot. Es gleicht manchen südnorwegischen Nordmarkiten schon im äußeren Habitus völlig. In der Struktur sowohl wie in den Hauptbestandteilen: Perthit, Albit und Quarz stimmt es aber mit dem andern völlig überein Die Hornblende dagegen ist etwas anders. Sie ist mehr braungrün und erscheint im konvergenten Licht annähernd einachsig. Ihre Eigenschaften sind diejenigen eines Zwischengliedes zwischen Barkewikit und Hastingsit. Sie ist stark von Biotit durchwachsen, der außerdem in kleinen Fetzen im Gestein auftritt. Dazwischen fand sich auch ein Leistchen von Muskowit. Sehr viel zahlreicher als im anderen Gestein sind die unregelmäßigen Fetzchen des akmitähnlichen Minerals, das in seiner Ausbildung sowohl wie in seiner Doppelbrechung und Pleochroismus mit dem Akmit der Trachyte von Ischia gut übereinstimmt. Hervorzuheben ist der Gehalt an einem rhomboedrischen Karbonat, das mit HCL nicht braust Dasselbe tritt teils als Einschluß in der Hornblende auf, teils auch in eckigen Zwickeln, die stellenweise die letzte Ausfüllung bilden, gegen die dann auch der Perthit gut kristallographisch begrenzt ist. Das Gestein ist noch reicher an Zirkon als das vorige, dagegen fand sich Erz in dem Schliffe nicht.

Provinz Maldonado.

Die Grenze dieser Provinz bildet im Osten der Gargofluß, im Süden das Meer, im Westen der Fluß Solis Grande und im Norden der Aygua. Vom Westen nach Osten verläuft quer durch das ganze Gebiet bis in die Provinz Rocha hinein die Sierra Carapé mit zahlreichen Ausläufern nach Nord und Süd. Im Nordwesten bildet diese Sierra auch ein Stück weit die Grenze. Von den Ausläufern nach Süden kommt für unser Gebiet nur der westlichste, die Sierra de las Animas in Betracht. Weiterhin südlich von derselben erhebt sich als isolierter

Gebirgsstock der Pan de Azucar (550 m), der höchste Berg der Republik, nördlich seiner vorspringenden Halbinsel. Umflossen wird er von einem in Nordsüdrichtung fließenden gleichnamigen Fluß. Südsüdöstlich von ihm liegt auf der erwähnten Halbinsel der Cerro de los Toros, südwestlich der Cerro de los Burros. Zu diesen Vorbergen gehört ferner auch der Cerro de los Gigantos. Die mir vorliegenden Gesteine entstammen den westlichsten Teilen der Provinz. Die Eruptivgesteine gehören hauptsächlich der Natronreihe an und weisen vielfach Typen auf, wie sie Brögger vom Christianiabecken beschrieb. Es können zwei Gruppen unterschieden werden:

1. Die Eruptivgesteine des Pan de Azucar und seiner Umgebung,
2. die kristallinen Schiefer der nördlichen Gebirgskette.

I.

Der Pan de Azucar und seine Umgebung.

Der Pan de Azucar bildet ein mächtiges Massiv von Natronsyenit. Von der Südseite desselben liegt nebst gangförmig auftretenden Quarzkeratophyren Arfvedsonitsyenit vor, während auf der Ostseite Arfvedsonit-Aegirinsyenit und Nordmarkit gesammelt wurden. Am Fuße desselben Berges sowie nordöstlich von ihm am Fuße der Sierra de las Animas stehen basische starkzersetzte, grünsteinähnliche Eruptivgesteine an, in denen Tinguaitgänge aufsetzen. Auf der Nordseite des Cerro de los Toros sind porphyrische Natrongranite mit Paisanitgängen, auf der Südseite des letzteren allerlei Quarzkeratophyre und Keratophyre verbreitet. Ebenso trifft man letztere am Cerro de los Burros in Gemeinschaft mit Grünsteinen wieder, während am Cerro de los Gigantos Arfvedsonitsyenit vom Typ des vom Pan de Azucar erwähnten Gesteins auftritt.

Der Arfvedsonitsyenit des Pan de Azucar ist grobkörnig, kräftigrot und zeigt infolge der in bedeutender Zahl auftretenden dunkeln Gemengteile zahlreiche schwarze Flecken. Makroskopisch kann der Quarz nur in wenigen Körnern festgestellt werden und im Schliff kommt er nur in einem Zwickel vor. Der herrschende Feldspat ist Perthit in zackigen ziemlich schlecht begrenzten trüben Leisten. Daneben findet sich kristallographisch besser begrenzt Albit, der auch etwas frischer und stark von Perthit durchwachsen ist. Der dunkle Gemengteil besteht aus Fetzen einer schmutzig blaugrünen gefleckten arfvedsonitähnlichen Hornblende mit kleinem Winkel der optischen Achsen, die manchmal entfärbte und zersetzte Flecken mit Einlagerungen von Karbonaten enthält; ferner hat das Gestein

trübe Flecken, in denen öfter ein Gitterwerk von tafligem Erz auf die Zugehörigkeit zu einer Pseudomorphose schließen läßt, deren ursprüngliches Mineral aber unkenntlich ist. Diese Partien bestehen in der Hauptsache aus Chloritschnürchen und ziehen durch ein körniges Aggregat von Quarz und Karbonat hindurch. Stellenweise erscheinen hier die schon beim Nordmarkit von La Paz beschriebenen Calcitzwickel, die von wasserhellen Feldspaträndern begrenzt sind; in ihnen treten Knäuel und radialstrahlige Aggregate von Biotit auf. Außerdem ist viel Apatit sowie schwarze Erzkörner vorhanden.

Der Arfvedsonit-Aegirinsyenit (Fig. 1) ist ebenfalls grobkörnig, bedeutend heller, fast weiß, zeigt aber immer noch zahlreiche dunkle Gemengteile. Quarz und Feldspäte sind wie im vorhergehenden Gestein, nur der Perthit besitzt einen Albitrand. Auch der Arfvedsonit zeigt nichts Neues, nur ist er hier nesterweise von einer preußisch-blauen Natronhornblende mit großem Achsenwinkel und AE // 010 durchwachsen. Daneben finden sich saftgrüne Körner von Aegirin, die auch als Durchwachsung oder randliche Fortwachsung von Arfvedsonit vorkommen. Accessorisch trifft man schließlich Zirkon in ziemlich großen Kristallen, meist mit Arfvedsonit zusammengehäuft und etwas Erz. (An. s. S. 22.)

Der Nordmarkit ist rötlich und mittelkörnig. Die dunkeln Gemengteile treten in ihm zurück und als Zwischenklemmungsmasse stellt sich ein ziemlich bedeutender Quarzgehalt ein. Dieser verleiht dem Gestein einen granitartigen Charakter. Die Feldspäte sind etwas trüber als im vorhergehenden Syenit. Gegen den Quarz ist der Arfvedsonit gut begrenzt. Neben ihm erscheint wieder die preußisch-blaue Hornblende in ziemlich untergeordneten Aggregaten. Beide haben vielfach einen Kern von Rost. Auch hier finden sich in Flecken Aggregate, die von tafligen, schwarzen Erzen ganz durchsetzt sind; ein feinkörniges Aggregat von Quarz bildet ihre Grundmasse, zu der reichlich Flußspat und Züge von trübem, spitzpyramidalen Anatas hinzutreten.

Der Quarzkeratophyr bildet im Arfvedsonitsyenit 3—6 m mächtige Gänge. Er besteht aus einer rauhen, feinkörnigen, rötlich-grauen Grundmasse und zahlreichen großen Einsprenglingen von fleischrotem Feldspat. U. d. M. zeigt das Gestein eine mikrogranitische Grundmasse aus gedrungenen zackigen Perthitleisten nebst etwas Quarz als letzter Ausfüllung. Die Einsprenglinge sind ebenfalls trübe Perthite. Ziemlich häufig erscheinen blau-violette Fetzen von Flußspat, hie und da Zwickel zwischen den Feldspäten erfüllend. Im Quarz eingeschlossen sind winzige Sphaerolithe von hoher Licht- und Doppelbrechung, die leicht verrosten und vermutlich aus Eisenspat bestehen.

Die zersetzten, grünsteinähnlichen Eruptivgesteine sind durch zwei Handstücke vertreten. Das eine stammt vom Fuß des Pan des Azucar, ist

schwarz, dicht und oft von fleckiger Beschaffenheit. Diese Eigentümlichkeit fehlt dem andern Gestein, das einem Aufschluß an der Straße vom Solis Grande nach dem Pan de Azucar entstammt. Beide Vorkommnisse sind einander mikroskopisch sehr ähnlich. Von primären Gemengteilen erkennt man im Schliff nur kreuz und quer verlaufende Leisten von Labrador. Dazwischen liegt eine trübe, völlig zersetzte Grundmasse, die vielleicht auf ursprünglich basaltischen Charakter der Gesteine hinweist und von Wolken winziger Erztäfelchen überstäubt ist. Das Gestein zeigt auch beginnende Grünsteinbildung, indem faserige Hornblende, Epidot und Chlorit sowie serizitartige Mineralien auftreten. Nach Guillemain soll das basische Eruptivgestein am Fuße des Pan de Azucar in „eigenartigen den Porphyr (wohl Quarzkeratophyr) durchdringenden Einlagerungen“ vorkommen. Ferner kommt in den Mandelräumen dieser Gesteine Opal vor.

Der Tinguait (Fig. 2) aus dem basischen Eruptivgestein vom Fuß des Pan de Azucar führt wenig Quarz und besteht aus einer feinkörnigen grauen Grundmasse und nicht besonders verbreiteten, fleischroten, etwas länglich ausgebildeten Feldspateinsprenglingen. Der Schliff zeigt etwas spärlich auftretende langgestreckte, nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingte Perthiteinsprenglinge in einer Grundmasse von kreuz und quer verlaufenden Leisten von Perthit und etwas Albit. Die Ecken zwischen denselben erfüllt etwas Quarz. Häufig sind Fetzchen von schmutzig-grünem Arfvedsonit sowie von grasgrünem Ägirin. Öfters tritt Titanit nebst etwas Erz als Einschluß in den dunklen Gemengteilen auf. Ferner findet sich Apatit.

Der porphyrische Natrongranit von der Nordseite des Cerro de los Toros ist ein rötliches granitisches Gestein mit deutlicher Porphyrstruktur. Die Einsprenglinge sind runde Quarzkörner sowie schlecht begrenzte Feldspäte. U. d. M. zeigt sich, daß die Feldspateinsprenglinge aus Albit mit Perthitrand und aus Perthit allein bestehen; die Struktur der Grundmasse ist mikrogranitisch und besteht aus zackigen Körnern von etwas trübem Perthit nebst etwas mehr leistenförmigen von Albit. Quarz bildet die letzte Ausfüllung. Als verbreitetster dunkler Gemengteil erscheint ein hellbrauner Biotit in zahlreichen, randlich zerfetzten Täfelchen; neben demselben und oft mit ihm verwachsen Fetzchen und Nädelchen von schmutzig-blaugrünem Arfvedsonit, wie er auch bei den Syeniten beschrieben wurde. Außerdem findet sich auch Orthit, sowohl in orangefarbigen kleinen Körnern wie in Zwillingen, ferner ab und zu Zirkon und wenig Erz.

Der mit dem vorhergehenden Gestein auftretende Paisanit ist ein un frisches, mehr feinkörniges, kompaktes Ganggestein. Äußerst selten finden sich kleine Perthiteinsprenglinge. Die Grundmasse ist u. d. M. ausgesprochen mikro-

granitisch. Der Quarz erscheint in ziemlicher Menge als letzte Bildung. Dann trifft man Perthit in unregelmäßigen Körnern in Begleitung gedrungener Leisten von Albit. Der dunkle Gemengteil ist ein gelblich-brauner, oft getrübter heller Biotit. Von weniger häufigen Mineralien ist der gelbe Orthit bemerkenswert, sowie etwas opakes Erz. Letzteres öfters mit einem Saum von Biotit.

Der Keratophyr vom Cerro de los Toros zeigt eine schwarze, pechglänzende Grundmasse mit einigen ziemlich kleinen roten Feldspateinsprenglingen. Im Schliff erkennt man sie als Perthit mit schlechter Umgrenzung in einer äußerst feinkörnigen, von Erzstaub durchsetzten farblosen Grundmasse, die nicht näher zu bestimmen ist. Untergeordnete, etwas deutlicher körnige Schlieren lassen kleine Feldspatleisten neben sehr feinkörnigen Haufwerken eines grünen Minerals vermutlich von Ägirinaugit erkennen. Größere Flecken von Kalkspat sind reichlich vorhanden. Dann liegen ferner Proben einiger Quarzkeratophyrarten vor. Eine solche ebenfalls vom Cerro de los Toros zeigt in matter, dunkelvioletter Grundmasse kleine Einsprenglinge von weißem Feldspat und seltener von Quarz. Die letzteren zeigen u. d. M. undulöse Auslöschung und die Feldspate sind zerbrochen. Die Grundmasse ist granophyrisch und reich an fleckigen Erzaggregaten. Von dem gleichen Berge stammt sodann eine dunkelbraune Varietät, der die Einsprenglinge fast völlig fehlen. Hingegen ist der etwas hellere, aber immer noch ziemlich dunkel gefärbte Quarzkeratophyr vom Cerro de los Burros reich an fleischroten Feldspateinsprenglingen neben etwas Quarz. Auch in diesen beiden tritt u. d. M. eine granophyrische Grundmasse hervor. Die in ihr eingesprengten Perthite zeigen gelegentliche Zwillingsbildung und sind oft zusammengehäuft. In dem Gestein vom Cerro de los Burros trifft man lokal etwas Calcit und Chlorit. Opake Erze sind überall weit verbreitet und erscheinen gewöhnlich in eckigen Fetzen.

Außerdem liegen vom Cerro de los Burros zwei Grünsteine vor, die infolge starker Saussuritisierung und Verrostung nicht mehr näher zu klassifizieren sind.

Der eine ist schwarz und reich an grünen Mandeln (Fig. 3); Einsprenglinge fehlen bis auf kümmerliche Reste. Im Schliff erscheint eine völlig unbestimmbare saussuritisierte und stark verrostete Grundmasse, die außerdem stark mit Calcit imprägniert ist. In dieser liegen fluidal angeordnete und infolge ihrer starken Zersetzung völlig unbestimmbare Feldspäte. Ferner treten noch ab und zu Nadeln von bräunlich-violettem Titanaugit hervor. Die Mandeln sind von Chlorit und Kalkspat oder auch von Quarz ausgefüllt. (An. s. S. 25.)

Die andere Grünsteinart geht mehr ins rötlich-braune und führt zahlreiche leistenförmige grüne Feldspateinsprenglinge. Die Grundmasse ist ebenfalls stark

saussuritisiert und verrostet. Die gleichfalls stark umgewandelten unbestimmbaren Feldspäte liegen richtungslos in derselben. Nadeln von Titanaugit sind etwas häufiger. Endlich sind noch schöne Pseudomorphosen von Serpentin und Eisenoxyd nach Olivin zu erwähnen. Bei beiden handelt es sich um stark umgewandelte Lamprophyre von Natrongesteinen ohne daß bei dem Zustand, in dem diese Vorkommnisse sich befinden, eine völlig sichere Bestimmung möglich wäre.

II.

Die kristallinen Schiefer der nördlichen Gebirgskette.

Nördlich vom Pan de Azucar streichen unter 60—70° nach Westen einfallende kristalline Schiefer nach Norden und dann schließlich nach Nordnordosten bis zur Grenze der Provinz, und zwar sind dies Phyllite, injizierte Schiefer, Grün- und Serizitschiefer. Von den Grünschiefern (wohl metamorphosierten Diabastuffen nach Guillemain), welche beim Städtchen Pan de Azucar Blei und Kupferlagerstätten führen, liegt kein Material vor.

Ein bräunlich-grüner, fettglänzender Serizitschiefer stammt vom Übergang über den Fluß Pan de Azucar am Wege nach Minas. Der Schliff zeigt eine aus sehr feinkörnigem Quarz und Feldspat bestehende Grundmasse, die überall von Serizitmembranen durchwoben ist. Darin sieht man einzelne stark kataklastische Quarzeinsprenglinge, die dem Gestein große Ähnlichkeit mit den Serizitschiefern und Porphyroiden des Taunus und der Alpen verleihen.

Injizierte Schiefer stehen fünf Leguas nördlich vom Pan de Azucar am Weg nach Minas an. Es sind etwas schiefrige, fast schwarze Gesteine mit roten Quarz- und Feldspatschlieren oder Linsen. Als Hauptbestandteil erscheint u. d. M. eine serizitische grünliche Masse. In dieser liegen Epidot, Titanit und einzelne feine Quarzkörper sowie etwas Carbonat; ab und zu sieht man Schlieren von Quarz und Feldspat.

Nördlich vom Almacen Franziscus di Leone an der Mitte des Weges von Pan de Azucar nach Minas sind Kalkphyllite mit 2 m mächtigen Marmorlagern vorhanden. Ähnliche Gesteine treten auch in der Provinz Minas auf und werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

Provinz Minas.

Im Norden von Maldonado liegt die Provinz Minas. Diese wird vom Santa Luciafluß entwässert, der hier sein Quellgebiet und seinen Oberlauf hat. Bedeutendere Nebenflüsse sind von Nordosten der Soldado, vom Osten her aus

der Sierra Penitente der Penitente sowie vom Südosten aus der Sierra Carapé der San Francisco. Die Ostgrenze bildet der Arrojo Aygua und die Nordgrenze der in ihn einmündende Rio Corales, beides Nebenflüsse des Rio Cebolatti. Von Gebirgszügen sind zu nennen: Im Süden die Sierra Carapé, im Südosten die Sierra Penitente, die bis in die Gegend von San Antonio verläuft und die Grenze gegen Maldonado bildet. Ferner liegt zwischen dem Penitente und dem Perdio, einem unbedeutenden Nebenfluß des Santa Lucia, das dreieckige Plateau des Cerro Arequito. Nördlich vom Quellengebiet des Santa Lucia beginnt nach Nordwesten hinziehend, die Cuchilla Grande, die sich an der Grenze der Provinz in zwei Äste gabelt. Der eine zieht in einem gegen Süden konkaven Bogen nach Westen durch die Provinz Florida hindurch, während der andere in einem doppelt S-förmig gekrümmten Bogen nach Norden streicht und bis zur Nordwestecke die Grenze bildet. Ferner liegt zwei Leguas südlich von Illescas die Sierra Arrayanez. Es könnten noch verschiedene Höhenzüge aufgezählt werden, doch liegt nur von den genannten Gebirgen Material vor. Die petrographische Beschaffenheit dieser Gebiete läßt sich am besten in drei Abschnitte einteilen.

1. Die kristallinen Schiefer südlich, westlich sowie nordöstlich von Minas, wo sie in Begleitung von Natrongraniten und deren Ganggesteinen vorkommen.
2. Die Effusivgesteine von der Höhle Arequita im Cerro Arequito.
3. Die Granite, Gang- und Kontaktgesteine aus der Cuchilla Grande und Arrayanez.

I. Die Umgebung von Minas.

Von Maldonado herüber durch das Quellgebiet des San Francisco bis westlich über Minas hinaus sind graue bis schwarze Phyllite sowie helle Kalkphyllite, daneben Amphibolite und Grünschiefer, ferner Serizit und Knotenglimmerschiefer weithin verbreitet. In diesen Schiefern sind Erzlagerstätten, Marmorlager sowie Einlagerungen von Serpentin, Hornfelsen und Kalksilikatfelsen ziemlich häufig. Als Seltenheit steht im Marmor an einer Lokalität ein Grünsteingang an. Am Weg von Minas nach San Antonio 2½—4 Leguas von Minas entfernt in der Sierra Penitente sind Phyllite, Gneise und Granite vorherrschend. Die letzteren gehören zu den Natrongraniten und als ihre zugehörigen Lamprophyre erscheinen verschiedenartige Gänge von Teschenit oder Analzimdiabas.

a) Phyllite und verwandte Gesteine.

Die grauen bis schwarzen Phyllite sind mehr oder weniger schiefrige bis dickbankige, meist stark gefältelte Gesteine. U. d. M. sind dieselben mehr

oder weniger durch Lagen von feinkörnigem Quarz gebändert, zwischen denen sich die Serizitmembranen hindurchziehen. Letztere wachsen oft sehr stark an bis zum völligen Verschwinden des Quarzes wie am Cerro Redondo. Oft treten, während die Quarzlinsen schwächer werden, Schlieren von Calcit auf und das Gestein wird zum Kalkphyllit, wie solche $2^1/_2$ Leguas nordöstlich von Minas am Fluss Campanero Grande vorhanden sind. In den schwarzen Graphitphylliten am Cerro Verdum wie am Cerro Redondo ist das Ganze mit Graphitstaub imprägniert. Hervorzuheben ist überall ein Gehalt an braunem Turmalin, sowie ein oft massenhaftes Auftreten von Rutilzwillingen.

Mit den schwarzen dickbankigen Graphitphylliten zusammen tritt am Cerro Redondo eine serizitische Breccie auf, die aus einer hellgrauen Grundmasse und dunkeln eingesprengten Bruchstücken besteht. U. d. M. sieht man fast nur Serizit und z. T. recht große Kristalle von Turmalin. Eine nur schwach entwickelte Zwischenmasse besteht ebenfalls aus feinschuppigen Glimmersubstanzen. Der Brecciencharakter tritt auch u. d. M. stark hervor. Die in der Hauptmasse eingebetteten Bruchstücke haben dieselbe Zusammensetzung, nur sind sie überaus reichlich mit Graphitblättchen imprägniert. In den Graphitphylliten, wie in der Breccie, soll reichlich Korund auftreten, doch konnte derselbe in keinem meiner Schliffe festgestellt werden.

Von derselben Lokalität stammt ferner ein hellgrauer, silberglänzender Serizitschiefer. Der Schliff zeigt das Vorherrschen des Serizits über den nur in verschwindend schwachen Lagen auftretenden Quarz. Charakteristisch ist ein ebenfalls hoher Rutilgehalt.

Ein dunkles, ziemlich gefälteltes, phyllitartiges Gestein vom Campo Pedro Carabajal ist ein Glimmerknotenschiefer (Fig. 4). Dieser ist im Schliff ein normaler Glimmerschiefer mit von Glimmerhäuten eingeschlossenen Quarzfeldspatlagen, großen Knoten von braunem Biotit nebst etwas Titaneisen und massenhaftem braunem Turmalin. In einigen Knoten ist der Biotit unter reichlicher Entwicklung von Sagenit in Chlorit umgewandelt worden.

b) Serpentin, Amphibolite und Grünschiefer.

Zwischen einem später zu beschreibenden Kalksilikatfels und Quarzlagen von ca. 10 m Mächtigkeit ist ein dunkelgrüner massiger Serpentin eingelagert. Im Schliff besteht er etwa zur Hälfte aus ganz feinschuppigem bis dichtem Serpentin, zur andern aus größeren, oft sehr schön strahlig angeordneten Partien von Strahlstein. Ziemlich verbreitet sind größere langgestreckte Körner von rötlichem Orthit, der in angrenzendem Strahlstein deutliche pleochroitische Höfe hervorbringt. Fetzen von Chromeisen sind massenhaft vorhanden.

Im Phyllit beim Almacen Luis Chamil ca. 3 Leguas südlich von Minas findet sich ein Amphibolit. Derselbe ist ein dunkelgrünlich-graues, mittelkörniges, ziemlich kompaktes Gestein. Im Schliff liegt ein Haufwerk von schilfiger, lichtgrüner Hornblende in einer lichtgefärbten Grundmasse, die aus einem total zertrümmerten nicht mehr bestimmbaren Plagioklas besteht. Ferner finden sich durch das Gestein hin zerstreut Fetzen von Biotit. Dann sind Körnchen von Titanit, sowie schließlich noch Apatit zu erwähnen. Etwas opakes Erz kommt in vereinzelten Putzen vor.

Ein verwandtes Gestein von graugrünlicher Farbe, das den Grünschiefern näher steht, findet sich auch ca. $^1/_2$ Legua von Minas am Weg nach Pan de Azucar. Im Schliff erscheint als Hauptgemengteil ein mit Einschlüssen von Hornblende, Chlorit, Klinozoisit und Epidot erfüllter kataklastischer Andesin nebst undulös auslöschenden Körnern von Quarz. Die schilfige uralitische Hornblende tritt hinter dem Chlorit zurück und zeigt öfter Umwandlung in dieses Mineral. Chlorit bildet ein Netzwerk durch das ganze Gestein und umschließt die andern Mineralien. Größere Körner von Epidot sind ziemlich verbreitet, daneben ziemlich viel Apatit. Von Erzen sind insbesondere große Leukoxenputzen charakteristisch. Außerdem treten noch Körner von opakem Erz und von rotem Eisenglanz hinzu.

Grünschiefer öfter auch von mehr körniger Beschaffenheit, sind in den Phylliten nicht selten. Gelegentlich enthalten sie auch Quarzlinsen mit Eisenglanz.

In den Grünschiefern sind öfters Epidotfelse eingeschlossen, so z. B. zwei Leguas südlich von Minas im Campo de Senor M. Pietro Espimillo. Es ist ein mittelkörniges, olivgrünes Gestein mit dunkeln Flecken. U. d. M. liegen in einer Grundmasse von feinkörnigem Epidot und gelegentlich auftretendem Quarz Fetzen von uralitischer Hornblende und Chlorit nebst großen Putzen von Leukoxen.

c) Sonstige Einlagerungen.

Eine weitere Probe vom Cerro Redondo ist ein graues, muschlig-splitterig brechendes Gestein, das zwischen Phyllit und Aplit anstehen soll. Der Schliff zeigt mehr oder weniger feine Splitter und Fetzchen von Quarz, Orthoklas nebst Plagioklas, die durch Opal verkittet sind, so daß es den Eindruck macht, als liege ein verkieselter Quarzporphyrtuff vor.

Von ebendaher stammt ein bräunlich grauer, muschlig brechender, dichter Hornfels, der u. d. M. aus feinkörnigem Quarz und einem wirrstrahligen Filz von Sillimanitnädelchen besteht. Rutil erscheint massenhaft in braunen Körnern.

Eine weitere Einlagerung fand sich ca. 1 Legua südlich von Minas im Campo Luis Melono; es ist ein dickbankiger graugebänderter Kalksilikatfels-

U. d. M. erscheinen neben vorherrschendem farblosen Pyroxen, Quarz und Calcit in lagenartiger Anordnung. Ausserdem kommt ziemlich häufig Titanit in Form von Insekteneiern sowie Leukoxen vor.

d) Eruptivgesteine.

Aus der Umgebung von Minas liegen von Eruptivgesteinen ein Natrongranit sowie einige Lamprophyre vor.

Der Granit hat die Etiquette: Sierra Penitente vier Leguas nordöstlich von Illescas; er ist rötlich-gelb und grobkörnig mit schwarzen Putzen der dunklen Gemengteile. Im Schliff zeigt er starke Kataklase. Die ziemlich reichlich auftretenden Quarzkörner sind öfters verzahnt und zeigen undulöse Auslöschung. Die Feldspäte sind trüber Perthit und ein meist besser ausgebildeter Albit, dessen Lamellen teils gebogen oder gebrochen, teils gegeneinander verworfen sind. Die trüben Feldspäte sind gelegentlich mit Infiltrationsprodukten wie Serizit, Epidot und Klinozoisit erfüllt. Dunkle Gemengteile sind ein brauner, häufig trüber, oft zerfaserter Biotit, sowie ein schmutzig grüner Arfvedsonit, die auch miteinander verwachsen sind. Apatit, Zirkon und Titanit sind ungemein häufig und öfter in Biotit eingelagert.

Von den Lamprophyren gehören zwei Proben zu den Natrongesteinen, es sind Analzimdiabase. (Teschenite).

Der eine am Wege von Minas nach San Antonio im Campo Yosé Fernandez anstehend ist schwärzlich grün, feinkörnig mit splittrigem Bruch. U. D. M. zeigt er stellenweise ophitische Struktur. Leisten von Labrador-Bytownit durchschneiden ab und zu die meist ziemlich kleinen Körner des blaßvioletten Titanaugits, der auch in größeren Kristallen auftritt; reichlicher sind Einsprenglinge von Olivin. Klarer Analzim in ziemlicher Menge bildet die Zwischenmasse. Fetzchen von braunem Biotit und Körner von Titaneisen vervollständigen die Zusammensetzung des Gesteins. (An. s. S. 27.)

Der andere vom Fluß Campanero Grande (Fig. 5) ist mehr dunkelgrau und mittelkörnig. U. d. M. zeigt er typische Intersertal-Struktur. Einen lebhaft violetten Pyroxen durchschneiden Labrodorleisten nach allen Richtungen. Daneben finden sich massenhaft Kristallkörner von Olivin und als letzte Ausfüllung eine trübe Masse von Analzim. In dieser sind oft massenhaft Nadeln vorhanden, die vielleicht als Apatit zu bestimmen sind.

Zwei andere Lamprophyre haben den Charakter von Grünsteinen, und lassen bei dem weitgehenden Stadium ihrer Umwandlung ihre Zugehörigkeit nicht mehr genau feststellen.

Der eine vom Campo Manuel Suanava, ein Legua südwestlich von Minas, kommt als mächtiger Gang im Serizitschiefer vor. Er ist graugrün und richtungslos körnig. Unregelmäßige Fetzen von Epidot und Klinozoisit sind seine Hauptbestandteile. Daneben ist uralitische Hornblende, Kalkspat sowie in größeren Fetzen etwas Chlorit und Zoisit ziemlich verbreitet. Plagioklas ist nur in wenigen, völlig zerriebenen Resten vorhanden. Dazu kommen noch Nadeln von Apatit und reichliche Putzen von Leukoxen.

Der zweite ist ähnlich, nur dichter; er findet sich zwei Leguas südwestlich von Minas in einer Einlagerung von Marmor. U. d. M. ist die Grundmasse nach allen Richtungen von einem Gewirre langer grüner verfilzter, offenbar sekundärer Hornblendenadeln durchzogen. Die Zwischenmasse besteht aus feinkörnigen Aggregaten, die sich wegen der weitgehenden Umwandlung des Gesteins nicht mehr bestimmen lassen. An einer Stelle fand sich ein größeres Korn, wahrscheinlich eine Pseudomorphose nach Titaneisen, die aus Leukoxen, sowie aus nicht mehr näher zu bestimmenden grünlichen Substanzen besteht. In seiner Umgebung sind Apatitkristalle häufig. Charakteristisch ist die reichliche Mandelbildung. Die Hohlräume sind vorherrschend von Kalkspäten und Quarz erfüllt; letzterer oft in ziemlich guten Kristallen. Daneben enthalten sie unbestimmbare grüne Substanzen sowie etwas Flußspat.

II. Die Höhle Arequita.

Im Cerro Arequito ist eine Höhle, von der verschiedene saure Eruptivgesteine vorliegen. Es sind in der Hauptsache Liparite resp. Quarzporphyre.

Die ersteren sind helle, fast weiße, kompakte Gesteine mit rauhem Bruch und wechselndem Gehalt an kleinen Einsprenglingen. Ein Handstück wird von zahlreichen roten felsitischen Bändern durchzogen. Im allgemeinen ist die Grundmasse u. d. M. ziemlich glasreich; der dunkle Gemengteil total verrostet oder durch trübe Biotitfetzchen mit Sagenitgittern vertreten.

Rotbraune Tonsteinporphyre mit zahlreichen, ziemlich großen Einsprenglingen von Orthoklas, seltener von Quarz, die sich u. d. M. häufig als korrodiert erweisen, sind zu den Quarzporphyren zu zählen. Ihre Grundmasse ist im Schliff granophyrisch und glasige Zonen sind als Umrahmung der Einsprenglinge anzutreffen.

Einer der vorliegenden Porphyre zeigt eine schwarze völlig glasige Grundmasse und gehört so zu den Pechsteinporphyren.

Neben denselben erscheint ein dunkelgraues porphyrisches Gestein mit zahlreichen Einsprenglingen bei zurücktretender Grundmasse. Im Schliff ist dasselbe holokristallin; Einsprenglinge sind zonar aufgebaute Kristalle von An-

desin, sowie eine braungrüne, öfter von blaugrünen Adern durchzogene braungrüne Hornblende und schließlich Biotit. Die Grundmasse ist so gut wie plagioklasfrei und besteht aus Orthoklas und Quarz in schriftgranitischer Verwachsung mit Fetzchen von Hornblende und Biotit. Endlich sei noch das Auftreten eines Orthitkorns im Biotit erwähnt. Die holokristalline Beschaffenheit nebst dem Mangel an Korrosionserscheinungen verweisen den Porphyr in die Reihe der Nevadite oder Kristallporphyre (Fig. 6).

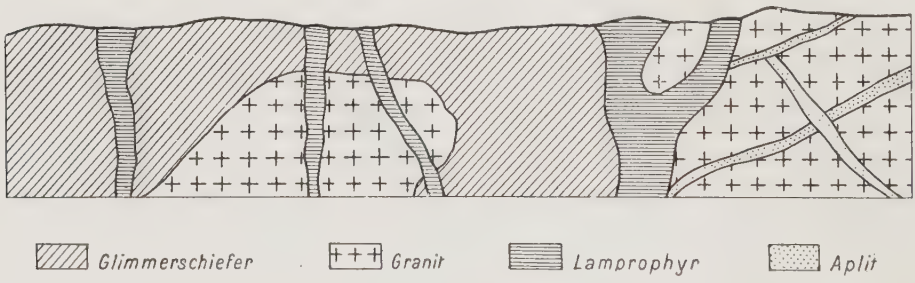
Eine Reibungsbreccie von derselben Lokalität besteht aus größeren Bruchstücken von Quarzporphyr und einem Kitt von gröberem Material nebst Quarz.

Dann sei noch ein löcheriger bräunlicher bis gelblichweißer Kieselsinter genannt. Dieser enthält zahlreiche stark lichtbrechende, meist im Umkreis der Hohlräume auftretende Sphärolithe.

Die Cuchilla Grande und Arrayanez.

Einen guten Überblick über die hier vorhandenen Verhältnisse gibt das Profil von Guillemain (3) aus dem Bahneinschnitt bei Nico Perez.

Der Granit mit basischer Randfacies und einem Hof von injizierten Schiefern, die in Glimmerschiefer übergehen, ist von zahlreichen Aplit- und Pegmatitgängen durchzogen; außerdem treten ungefähr 1—2 m mächtige Gänge von Lamprophyren in größerer Anzahl auf.



a) Granite.

Am Weg von Minas nach Nico Perez sowie in dessen Umgebung finden sich verschiedenartige Granite, die zum Teil durch das Vorherrschen von Perthit und Albit Anklänge an Alkaligranite zeigen, ohne daß in ihnen Natronhornblende u. dergl. auftreten müssen. Hieher gehört z. B. ein rotes mittelkörniges Gestein, das u. d. M. die starke Kataklase des Quarzes erkennen läßt. Dieselbe Beschaffenheit zeigen die Feldspäte, die etwa in gleicher Anzahl durch Perthit und Albit vertreten sind. Der dunkle Gemengteil ist ein heller, bräunlicher, meist trüber Biotit in ziemlich unregelmäßigen Fetzen. Mit ihm zusammen finden sich Epidot,

seltener Klinozoisit. Häufig sind Körner von Apatit und schöne Kristalle von Titanit. Wenig bedeutend ist das Auftreten einiger Körner von Titaneisen.

Ferner gehört hieher auch ein fleischroter Biotitgranit mit zahlreichen lichtgelblich-grünen Körnern von Plagioklas. Der Quarz tritt in gerundeten Körnern hervor und der dunkle Bestandteil ist zu schwarzen Putzen zusammengehäuft. U. d. M. erscheint das Gestein quarzreicher als mit bloßem Auge. Dieses Mineral ist etwas kataklastisch und ganz durchsetzt von Reihen von Flüssigkeitseinflüssen, sowie mehr oder weniger regelmäßig angeordneter Nädelchen, die vielleicht Rutil sind. Die Feldspäte Perthit, Mikroklin und Albit sind etwa in gleicher Menge vorhanden. Letzterer ist häufig erfüllt von Mikrolithen von Klinozoisit und Epidot, was etwas an den Zentralgranit erinnert. Dann finden sich häufig große Titanitkörner, die mit Fetzen eines grünlichen Biotits und Mikrolithen von Epidot und Klinozoisit sowie mit größeren Erzkörnern putzenartig vergesellschaftet sind. Der Biotit zeigt pleochroitische Höfe um Zirkon. Ferner ist er öfters im Titanit eingewachsen und zeigt dann wachsenden Pleochroismus an den Rändern. Das mit den dunklen Mineralien zusammen auftretende Erz besteht hauptsächlich aus Körnern von Titaneisen, die meist von einem Titanitrand umgeben sind und solchen von Pyrit. Endlich sind die dunkeln Gemengteile überaus häufig von Apatitkristallen durchwachsen.

In anderen ebenfalls in derselben Gegend gesammelten schwach rötlichen Graniten tritt der Alkaligehalt zurück. Hieher gehört ein feinkörniger, etwas schlieriger Zweiglimmergranit sowie der vom Bahneinschnitt südlich Nico Perez stammende mittelkörnige Biotitgranit. Der Orthoklas und Mikroklin herrschen vor. Hingegen wird der Perthit spärlicher und der Plagioklas ist Oligoklas bis Oligoklas-Andesin. Dann sind Epidot und Klinozoisit in diesen Graniten weit verbreitet. Ferner ist Titanit und Apatit noch häufig. Zirkon findet sich auch gelegentlich.

Diese alkaliärmeren Granite haben in weitgehendem Maße Schiefer injiziert und zeigen alle Übergänge von gneisähnlichen Modifikationen bis zum Glimmerschiefer.

Von der basischen Randzone dieses Granites liegen zwei Handstücke vor.

Das erste hat im allgemeinen denselben Habitus wie der beschriebene Granit, nur ist es stärker kataklastisch infolge stärkerer mechanischer Beeinflußung. Ferner tritt der meist trübe Biotit ziemlich hervor und bildet mit dem untergeordneten Muskowit öfter verwachsene Häute, die dem Granit das schlierige Aussehen verleihen. Von accessorischen Bestandteilen ist Apatit sehr häufig und große Körner von Rutil fallen in die Augen.

In der zweiten Gesteinsprobe vom Charakter eines Durbachits, der die äußerste Randzone des Granites bildet, überwiegt der dunkle Gemengteil und

die Ausbildung ist noch etwas schlierig. Die Feldspäte sind dieselben wie im Granit. Der Quarz tritt zurück und der zerfetzte, helle Biotit ist von einer grünen Hornblende mit bläulichem Ton begleitet, gelegentlich auch von etwas Epidot. Auffallend massenhaft stellen sich Titanitkörner der verschiedensten Größe ein; auch Apatit ist sehr häufig. Der Gehalt an Erzen ist bedeutender als bei den normalen Graniten; sie sind zumeist teilweise von Titanit umrandete Körner von Titaneisen, seltener Schwefelkies.

b) Granitaplite.

In den Höhenzügen nördlich von Minas treten Gänge von meist ziemlich verrosteten, selten weißen Apliten auf, die fein- bis mittelkörnig sind und oft zu porphyrischer Ausbildung neigen. U. d. M. herrschen Quarz und Orthoklas; der Plagioklas erweist sich als Albit. Ein Handstück dieser Ganggesteine, das wohl aus der Randzone eines Ganges stammt, zeigt Anreicherung von Albit, ein anderes wieder reichliche, schon makroskopisch wahrnehmbare Imprägnation von aus dem Nebengestein stammendem Epidot und Klinozoisit. Auch ist ein Aplit mit sekundärem Quarz durchtränkt. Andere Aplite sind mehr oder weniger geschiefert, und die einstigen Einsprenglinge wurden mehr oder weniger ausgewalzt oder zerrieben. In einer nicht sehr stark gepressten Probe ist u. d. M. das häufige Auftreten von Titanit und orangefarbigem Orthit auffallend.

Ein von den genannten Arten abweichender, feinkörniger, fleischroter Aplit mit häufigen schwarzen Flecken eines dunklen Gemengteils stammt aus der Cuchilla Arrayanez. U. d. M. läßt sich seine Struktur als typisch granulitisch erkennen. Der Quarz ist zumeist in massenhaften, runden Körnern in den Feldspäten eingeschlossen, so daß letztere siebartig durchlöchert erscheinen. Sonst findet er sich auch noch weniger häufig als letzte Ausfüllung in kataklastischen Körnern. Die Feldspäte sind Perthit und Mikroklin nebst einem trüben, oft mit Infiltrationsprodukten erfüllten Albit; ferner erscheinen Chlorit und mehr oder weniger verrosteter Biotit. Charakteristisch ist das massenhafte Auftreten von gelblichen, oft verzwillingten Orthitkörnern. Apatitnädelchen sind häufig in den Feldspäten eingeschlossen und gelegentlich tritt Zirkon auf.

c) Lamprophyre.

Auch dunkle Gänge, die man zweifellos als granitische Lamprophyre ansprechen darf, finden sich in den beschriebenen Graniten und deren Umgebung. Wie es bei diesen Gängen gewöhnlich ist, haben sie äußerst wechselnde Beschaffenheit und nähern sich oft, sowohl in ihrer Zusammensetzung als in ihrer Struktur den Typen normaler basischer Ergußgesteine, was hier wie an zahl-

reichen sonstigen Vorkommnissen zu ganz unbegründeten geologischen Theorien Anlaß gab.

Im Biotitgranit in der Mitte des Weges von Illescas nach Nico Perez findet sich ein Gang eines schwarzbraunen, durch Eisenoxyde rotgefleckten Mandelsteins, aus dessen trüber Grundmasse sich hie und da winzige frische Plagioklasleisten abheben. Diese sind in breiten Leisten auftretende, öfter zusammengehäufte Labrador-Bytownite. Die Grundmasse zeigt Intersertal-Struktur und besteht aus Körnern von farblosem Pyroxen und schmalen richtungslos liegenden Labradorleisten. Die von letzteren gebildeten Zwickel sind von frischer Glasbasis mit Entglasungsprodukten wie Titaneisen, Rost usw. oder öfters von einem gelbgrünen Gel ausgefüllt. Bemerkenswert ist schließlich noch das Auftreten besonders schöner Titaneisenskelette.

Südlich von Nico Perez wurde ein weiterer schwarzgrauer Lamprophyr gesammelt. U. d. M. erscheinen in ihm kleine zonar aufgebaute Kristalle von Labrador mit braunem bestäubtem Rand, wie sie für Gabbrogesteine gewöhnlich sind, dazwischen Platten und Aggregate von Uralit und Chlorit mit bläulichem Ton. Als letzte Ausfüllung kommt Quarz in reichlich zusammenhängenden Partien nebst Aggregaten von Klinozoisit vor. Titaneisen findet sich in vereinzelten Putzen sowie in Kristallskeletten häufig im Uralit eingeschlossen.

Die in der Abbildung S. 18 eingezeichneten Lamprophyrgänge vom Bahneinschnitt südlich von Nico Perez zeigen den Typus des normalen Trapps. Einige Gänge zeigen besonders schöne säulige Absonderungen. Im übrigen ist in den vorliegenden Schliffen höchstens das häufige Auftreten von Serpentin-Pseudomorphosen nach Olivin zu erwähnen. Bemerkenswert ist ferner noch das Vorkommen von Titaneisenskeletten von besonderer Schönheit. Namentlich gestrickte Formen sind häufig.

Von den die Granitmassen umgebenden umgewandelten Gesteinen liegen fast keine Proben vor. Eigentlich hieher zu zählen ist nur ein metamorpher Sandstein nördlich von der Stadt Minas. Er hat die Beschaffenheit eines Quarzphyllites mit glimmerarmen und feldspatreicheren Bändern. Der Feldspat ist teils Mikroklin und Perthit, teils Oligoklas; grünlicher Turmalin ist namentlich in den serizitreichen Lagen vorhanden, ebenso Rutil.

Chemische Analysen einiger Gesteine.

I. Zu S. 9. Arfvedsonit-Ägirinsyenit: von Pan de Azucar.

Die im Laboratorium von Dittrich in Heidelberg ausgeführte Analyse ergab:

	Gew. %	auf 100 % ber.	Mol. %
SiO_2	69,41	69,70	77,33
TiO_2	Spur	—	—
Fe_2O_3	3,29	3,30	1,33
Al_2O_3	14,76	14,82	10,00
CaO	0,68	0,69	0,67
MgO	0,16	0,16	0,00
MnO	Spur	—	—
K_2O	5,24	5,26	4,00
Na_2O	6,04	6,07	6,67
H_2O	0,21	—	—
Sa.	99,79	100,00	100,00

FeO wurde nicht besonders bestimmt, dürfte auch wahrscheinlich kaum in größerem Betrag als Bestandteil des Arfvedsonits vorhanden sein. Es ist daher alles Eisen zunächst als Oxyd in Rechnung angesetzt und der Überschuß über A als FeO zurückberechnet; der dann noch bleibende Fehler ist jedenfalls ganz minimal.

Als Konstanten des Gesteins im Sinne Osanns ergeben sich daraus

$s = 77{,}33$; $A = 10{,}67$; $C = 0$; $F = 2{,}00$; $n = 6{,}3$ und $s_{77{,}3}\ a_{17}\ c_0\ f_3\ n_{6{,}3}$.

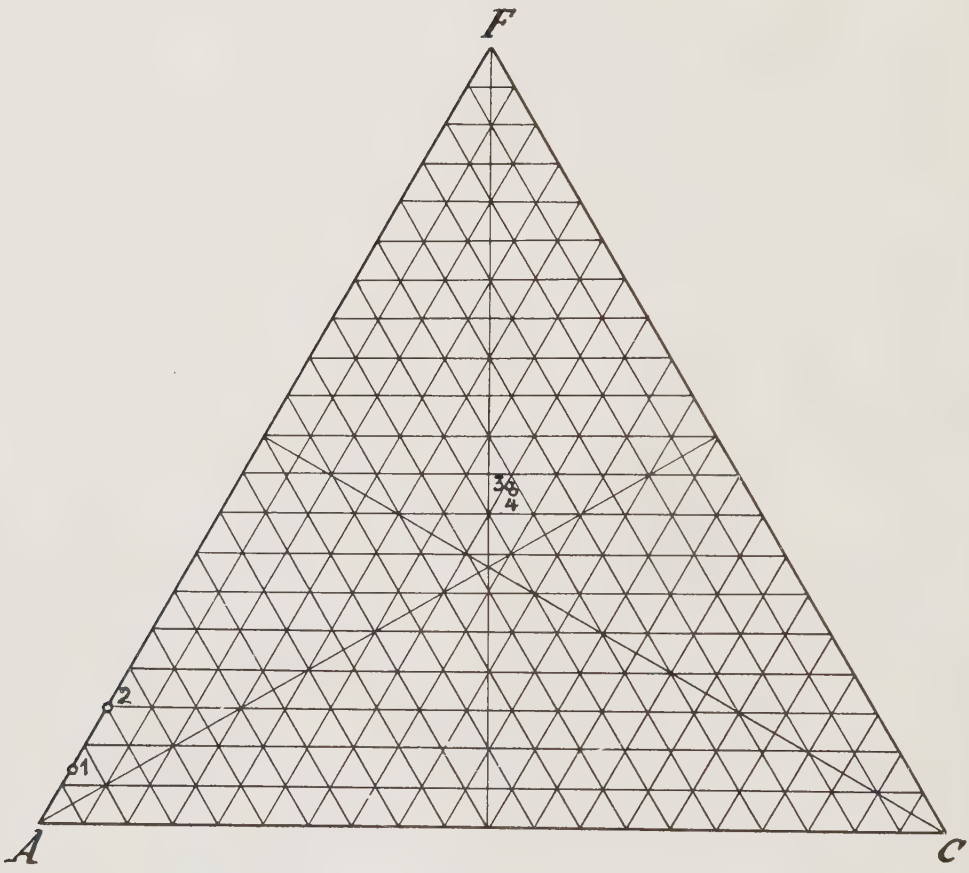
Dazu ist zu bemerken; Al_2O_3 (10,00) ist hier $< K_2O + Na_2O$ (10,67) Das Gestein ist also „mit Tonerde ungesättigt“. Nach dem Vorschlag von Osann wurde nun der Rest der Alkalien mit Fe_2O_3 abgesättigt (0,67). Der Rest des Fe_2O_3 wurde in FeO umgerechnet (angenähert) und dürfte wohl sicher als FeO auch im Gestein vorhanden sein. C wird natürlich bei diesem Gestein = O was sehr charakteristisch ist. Im Osannschen Projektionsdreieck liegt der Punkt dieses Gesteines (1) auf der die Eckpunkte A und F verbindenden Dreiecksseite. Zum Vergleich ist der Punkt eines ähnlichen Gesteines, des Quarzsyenites vom Beaver-Creek, Bearpaw Mts. Montana eingetragen (2). Die Analyse stammt von H. N. Stohn und wurde mitgeteilt von Weed und Pirsson. (Am. Journ. Sc. **1896**, 151, 354.)

Ia.		Gew. %	Mol. %
	SiO_2	68,84	76,0
	TiO_2	0,21	—
	Al_2O_3	15,32	10,1
	Fe_2O_3	1,90	0,8
	FeO	0,80	0,9
	MnO	0,07	—
	MgO	0,54	0,9
	CaO	0,92	1,3
	Na_2O	5,45	6,0
	K_2O	5,62	4,0
	H_2O	0,30	—
	P_2O	0,13	—
	Sa.	99,95	100,0

Die Osannschen Konstanten für Quarzsyenit:

$s = 75{,}72$; $A = 9{,}79$; $C = 0{,}17$; $F = 4{,}30$; $a = 14$; $c = 0$; $f = 6$; $n = 6{,}0$
Reihe $= \beta$.

Für den Arfvedsonitsyenit lassen sich auf Grund der chemischen Analysen noch folgende Angaben machen. Der Wert $c = 0$ beweist, daß das Anorthitmolekül völlig zurücktritt oder ganz fehlt; $n = 63$ deutet auf ein Überwiegen des Albits über den Orthoklas. Nach der von Osann gebrauchten Reiheneinteilung gehört der Syenit in die Reihe β. Da $Al_2O_3 = 10$ Mol% $< (K_2O + Na_2O) = 10{,}67$ Mol% beträgt, so muß notwendig ein Teil von Na_2O mit Fe_2O_3 und SiO_2 zusammentreten. Es müssen alkalihaltige Pyroxene und Amphibole vorhanden sein, was auch der Fall ist (Ägirin und Arfvedsonit). Die Menge dunkler Bestandteile (ohne Ägirin) ist, dem geringen Wert von $f = 3$ entsprechend, nicht allzu groß. Von der Kieselsäure bleiben etwa 11% ungesättigt, d. h. sie müssen als Quarz vorhanden sein, was der mikroskopische Befund bestätigt. Daß der Albit den Orthoklas nicht so stark überwiegt wie eigentlich nach dem Verhältnis $K_2O : Na_2O = 6{,}67 : 4{,}00$ zu erwarten wäre, hat seinen Grund darin, daß ein beträchtlicher Teil des Na_2O zur Bildung des Aegirins und der Natronhornblenden verbraucht wurde.


F
A
C
1
2
3
4

II. Zu S. 11. Grünstein vom Cerro de los Burros.

Die in Dittrichs Laboratorium ausgeführte Analyse ergab:

	%	auf 100 %	Mol. %
SiO_2	50,65	54,80	60,82
TiO_2	2,21	2,39	2,00
Fe_2O_3	6,81	7,37	3,08
Al_2O_3	14,89	16,10	10,52
FeO	0,68	1,73	0,62
CaO	7,86	8,50	10,12
MgO	3,23	3,49	5,82
MnO	0,91	0,99	1,33
K_2O	0,95	1,03	0,74
Na_2O	4,26	4,60	4,95
H_2O bis 110			
bis 1250	0,82	—	—
Glühverlust	6,50	—	—
Sa.	99,77	100,00	100,00

Hiezu ist zu bemerken: Der Glühverlust ist mit ziemlicher Sicherheit fast ganz auf Kosten des CO_2 zu rechnen, da Kalkspat nicht nur die Mandelräume erfüllt, sondern auch im ganzen Gestein u. d. M. überall massenhaft sichtbar ist. Er macht etwa 15% der Gesamtsumme aus. Bei der Berechnung auf 100% wurde die Kohlensäure eliminiert, da sie erst sekundär in das Gestein eintrat. Einige Zweifel erregt auch das Verhältnis $Fe_2O_3 : FeO$; es ist wohl anzunehmen, daß ursprünglich ein größerer Teil des Eisens als Oxydul vorlag und das jetzige starke Überwiegen des Oxydes der Oxydation bei der Zersetzung zuzuschreiben ist. Da jedoch keine sicheren Angaben gemacht werden können, wurden bei der Berechnung die gefundenen Werte genommen. Ein Vergleich mit den unten mitgeteilten Vergleichsanalysen von frischem Gestein, das vermutlich dem vorliegenden sehr nahe stand, zeigt in letzteren reichliches Auftreten von FeO.

Die Osannschen Konstanten ergeben sich auf Grund obiger Analysen zu:

$s = 62{,}82$; $A = 5{,}69$; $C = 7{,}91$; $F = 10{,}08$; $a = 5{,}0$; $c = 70$; $f = 12{,}0$; $n = 8{,}7$; Reihe α.

Das Ergebnis der chemischen Analyse läßt vermuten, daß wir es mit einem stark zersetzten basischen Natrongestein zu tun haben, das am nächsten den als

„Camptoniten“ bezeichneten Gesteinen steht, wie die folgenden Vergleichsanalysen zeigen.

Camptonit

II a) Camptonit von Hvinden, Südnorwegen,

II b) Camptonit von Ditro am Wege nach Tölgyes, Siebenbürgen.

	II a	II b
SiO_2	45,55	49,46
TiO_2	4,45	1,88
Al_2O_3	15,40	19,82
Fe_2O_3	2,43	5,69
FeO	9,12	5,82
MgO	5,20	1,93
CaO	7,70	10,62
Na_2O	4,54	3,38
K_2O	2,04	0,71
H_2O	2,35	0,06
CO_2	2,15	0,31
Sa.	100,93	99,68

Ein Vergleich der mineralogischen Bestandteile lässt sich bei dem Zustand des vorliegenden Gesteins nicht durchführen. Die einzigen, jetzt noch sicher zu bestimmenden ursprünglichen Bestandteile sind ein Plagioklas, dessen nähere Definition aber unmöglich ist und Reste von Titanaugit, der den verhältnismäßig hohen Ti-Gehalt erklärt. Obwohl der äußere Habitus des Gesteins mit den gewohnten Erscheinungen an basischem Natrongestein keineswegs übereinstimmt, da hier Grünsteinbildung so gut wie unbekannt ist, läßt sich doch die Analyse mit ihrem hohen Gehalt an Na_2O neben reichlichem Kalk und Magnesia nicht wohl anders deuten. Auch der Tonerdegehalt ist der normale für derartige lamprophyrische Bildungen. Es würden sich auch analoge Schlüsse aus dem geologischen Verband dieses stark zersetzten Gesteins ergeben, das wohl am ehesten ursprünglich ein Camptonit war. Im übrigen zeigt die Osannsche Projektion, daß eine sehr nahe chemische Verwandschaft desselben zu dem Analzimdiabas vom Campo Yosé Fernandez besteht, was wiederum in dieselbe Reihe der Lamprophyre der Natrongesteine verweist.

III. Zu S. 16. Analzimdiabas (Teschenit) vom Campo Yosé Fernandez.

Die gleichfalls im Dittrichschen Laboratorium ausgeführte Analyse ergab:

	Gew. %	Mol. %
SiO_2	47,29	52,37
TiO_2	2,35	1,95
Fe_2O_3	6,30	2,62
Al_2O_3	19,32	12,54
FeO	1,33	1,24
CaO	9,00	10,68
MgO	6,82	11,33
MnO	1,71	1,60
K_2O	1,75	1,24
Na_2O	4,13	4,43
H_2O bis 110°	0,26	—
H_2O bis 110°	0,41	—
Sa.	100,67	100,00

Daraus berechnen sich die Osannschen Konstanten

$s = 54{,}32$; $A = 5{,}67$; $C = 9{,}49$; $F = 15{,}36$; $n = 7{,}8$; $a_{3{,}5}$; $c_{6{,}0}$; $f_{10{,}5}$.

Im Osannschen Projektionsdreieck entspricht Punkt 4 diesem Gestein. Fe_2O_3 wurde mit Al_2O_3 vereinigt. Aus der Analyse ist für die Zusammensetzung des Analzimdiabases ungefähr folgendes zu entnehmen. Der auftretende Feldspat gehört der Plagioklasreihe an und enthält reichlich das Anorthitmolekül (Labrador-Bytownit) Orthoklas fehlt gänzlich, dagegen tritt Analzim ziemlich reichlich auf. Dunkle Bestandteile machen die Hauptmasse des Gesteins aus und zwar vorwiegend Metasilikate. (Titanaugit, der auch den verhältnismäßig hohen Titangehalt erklärt). Ferner ist die Möglichkeit der Bildung von Orthosilikaten gegeben und in der Tat findet sich auch viel Olivin. Natrium überwiegt stark das Kalium (7,8 : 2,2), welch letzteres wohl alles in Biotit gebunden ist. Der geringe Gehalt an chemisch gebundenem H_2O dürfte sich auf Analzim und Biotit verteilen.

Zum Schlusse seien noch einige Analysen zum Vergleich beigegeben.

III a. Teschenit von Boguschowitz, Österreichisch-Schlesien.

Aus E. Hibsch, Erläuterungen zur geologischen Karte des böhmischen Mittelgebirges. Tschermaks Min.-Petr.-Mitt.

III b. Augit-Teschenit. Cuyamas-Tal Obispo Co. Kalifornien.

Aus H. W. Fairbanks: Bull Dept. of Geology, Univ. of. Calif. **1896**, 2, 1.

	III a	III b
SiO_2	48,18	50,55
TiO_2	—	—
Al_2O_3	11,80	20,48
Fe_2O_3	9,79	2,66
FeO	5,90	4,02
MgO	6,05	4,24
CaO	7,50	7,30
Na_2O	3,46	8,37
K_2O	1,57	2,27
H_2O	3,20	0,44
P_2O_5	0,49	—
Sa.	98,65	100,33

Schluß.

An der ganzen Ostküste Südamerikas von Brasilien bis hinab zum Kap Horn haben Natrongesteine eine sehr weite Verbreitung. Aus Brasilien sind nephelinführende Gesteine, sowohl von saurer wie von basischer Beschaffenheit, schon lange von Cabo Frio bei Rio de Janeiro, von der Serra de Mendoha sowie aus der Provinz San Paulo bekannt. In den beschriebenen Provinzen Uruguays dagegen kommen nur die sauersten Glieder der Natronreihe, die Natrongranite und Syenite mit ihrem abwechslungsreichen Ganggefolge vor. Das letztere zeigt eine Differenzierung in saure Modifikationen, wie Quarzkeratophyre, Paisanite und Tinguaite, dann auch in basische von der Beschaffenheit des Teschenits bis zum Grünstein. Neben dieser natronhaltigen Gruppe treten ferner normale Granite der Kalkalkalireihe auf, die Schiefer injiziert und metamorphosiert haben. Analoge Erscheinungen, nämlich ebenfalls Natrongranite und Syenite mit Ganggefolge neben normalen Graniten hat Stieglitz aus Argentinien bearbeitet, ebenso wurden von Quensel Natrongesteine aus Patagonien geschildert, unter denen aber wieder mehr basische Glieder der Natronreihe, z. B. aus der Gruppe der Essexite überhand nehmen.

So wurde nun durch meine Arbeit die bisher zwischen den Gesteinen Brasiliens und Argentiniens bestehende Lücke ausgefüllt und damit der Zusammenhang hergestellt.

Für die allseitige liebenswürdige Anleitung zu dieser Arbeit sage ich Herrn Professor Weinschenk meinen herzlichsten Dank. Ferner bin ich Herrn Professor Walther in Montevido für seine geographischen und geologischen Erläuterungen zum Danke verpflichtet. Die Originale zu den Clichés wurden vom Assistenten des petr. Instituts Herrn H. Huttenlocher hergestellt, dem hiefür bestens gedankt sei.

Lebenslauf.

Ich, Karl Willmann, Sohn des Privatmanns Karl Friedrich Willmann († 26. Oktober 1913) und seiner Ehefrau Josefine Willmann, geb. Tritschler, bin geboren zu Karlsruhe am 12. Juli 1888. In Freiburg im Breisgau besuchte ich viereinhalb Jahre die Volksschule und absolvierte sodann das dortige humanistische Gymnasium. Nach bestandener Reifeprüfung widmete ich mich zuerst in Freiburg, dann vorübergehend in Heidelberg, die meiste Zeit aber in München dem Studium der Naturwissenschaften. Im Winter-Semester 1913/14 begann ich die Bearbeitung meiner Dissertation „Zur Petrographie von Uruguay", die gegen Ende des Jahres 1914 ihren Abschluss fand.

Tafel.

Fig. 1. **Arfvedsonit-Aegirinsyenit.**
Pan de Azucar.
Quarzzwickel von Perthiten eingeschlossen.

Fig. 2. **Tinguait.**
Fuß des Pan de Azucar.
Perthit und Albitleisten. In den Ecken etwas Quarz.

Fig. 3. **Grünstein.**
Cerro de los Burros.
Fluidal angeordnete Feldspäte in stark umgewandelter Grundmasse.

Fig. 4. **Glimmerknotenschiefer.**
Campo Pedro Carabajal.
Biotitknoten.

Fig. 5. **Analzimdiabas.**
Fluß Campanero Grande.
Labradorleisten. Pyroxen. Olivin; letzte Ausfüllung: Analzim.

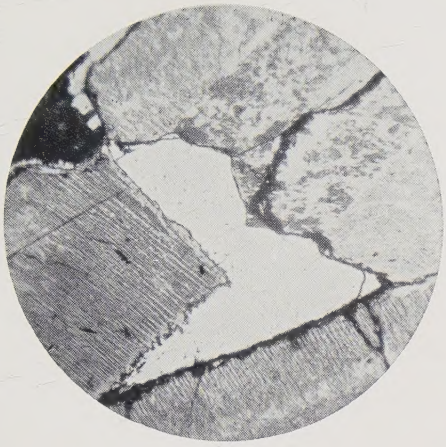
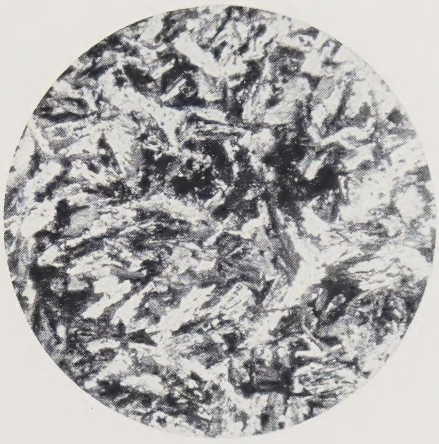
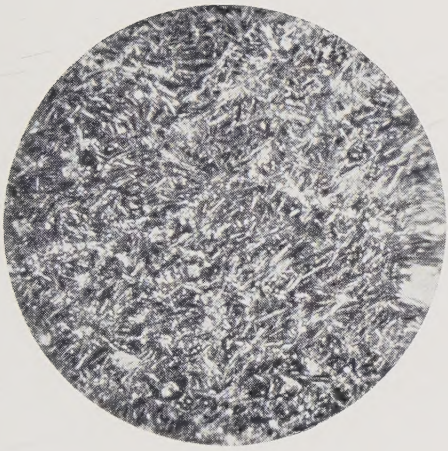
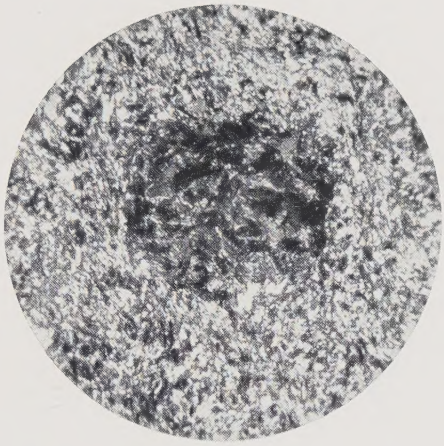
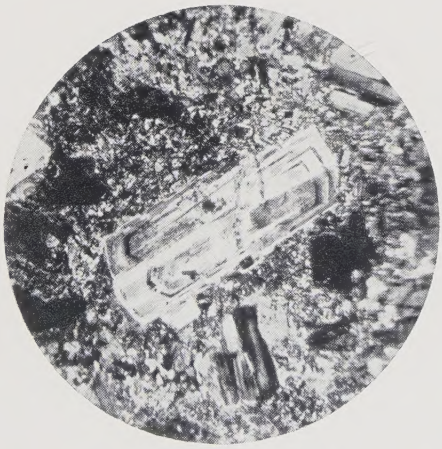



Fig. 6. **Nevadit.**
Gruta Arequita.
Andesineinsprengling mit zonarem Aufbau.